

# TEMA I.15

## Resonancia

Dr. Juan Pablo Torres-Papaqui

Departamento de Astronomía  
Universidad de Guanajuato  
DA-UG (México)

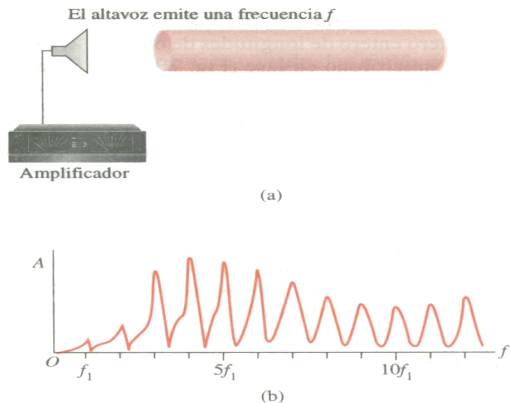
[papaqui@astro.ugto.mx](mailto:papaqui@astro.ugto.mx)

División de Ciencias Naturales y Exactas,  
Campus Guanajuato, Sede Noria Alta

Cuando se aplica una fuerza que varía periódicamente, se produce en el sistema vibrante una resonancia. Este fenómeno también ocurre para sistemas con muchos modos normales.

Si la frecuencia  $f$  está cerca de uno de los modos normales, el fluido o medio se moverá a la configuración del modo normal y la amplitud puede aumentar mucho.

La **curva de resonancia**  $A(f)$  tiene picos, cada vez que  $f$  es igual a una frecuencia de un modo normal (ver Figura I.15.1).



**Figura I.15.1:** (a) se obliga al aire dentro de un tubo abierto a resonar a la frecuencia  $f$ . (b) Gráfica de la amplitud de oscilación del aire en el tubo abierto en función de la frecuencia impulsora  $f$ .

Si no hubiera fricción o disipación, la energía agregada aumentaría indefinidamente (en la curvas de resonancia, los picos serian infinitamente altos).

Un ejemplo más espectacular de este fenómeno es el rompimiento de una copa por la voz amplificada de un cantante. Las frecuencias normales de una copa pueden ser escuchadas dando golpecito. Si la cantante emite una nota fuerte con una frecuencia exactamente igual a unas de las frecuencias de los modos normales se pueden producir oscilaciones de grandes amplitudes con energía suficiente para romper el cristal.

## **Ejemplo:** Resonancia de un tubo de órgano tapado

Cerca de un tubo de órgano tapado se hace sonar una cuerda de guitarra con grande amplitud.

Asumimos que  $L_{cuerda} = 80\% L_{tubo}$

Asumimos que, por el fenómeno de resonancia, la cuerda y el tubo ambos vibran a su frecuencia fundamental.

Podemos deducir la razón de la velocidad en el aire y en la cuerda.

Sabemos que:  $f_{1\text{ aire}} = f_{1\text{ cuerda}}$

Como  $f_{1\text{ aire}} = \frac{v_{\text{aire}}}{4 L_{\text{aire}}}$  y  $f_{1\text{ cuerda}} = \frac{v_{\text{cuerda}}}{2 L_{\text{cuerda}}}$  deducimos que:  $\frac{v_{\text{aire}}}{4 L_{\text{aire}}} = \frac{v_{\text{cuerda}}}{2 L_{\text{cuerda}}}$ .

Substituyendo  $L_{\text{cuerda}} = 0.80 L_{\text{tubo}}$

$$\Rightarrow \frac{v_{\text{cuerda}}}{v_{\text{aire}}} = 0.40$$

EL estado  $|\psi\rangle$  de un sistema se describe por su función de onda  $\psi(x, t)$ , la cual es una solución de la ecuación de Schrödinger.

El cuadrado del valor absoluto de  $\psi$ , o sea:

$$P(x, t) = |\psi(x, t)|^2$$

es la densidad de probabilidad de medir a la partícula en la posición  $x$  al tiempo  $t$ .

Usualmente, cuando se relaciona con algún tipo de potencial, la función de onda se descompone en al superposición de auto vectores de energía definida, cada uno oscilando con una frecuencia

$$\omega = \frac{E_n}{\hbar}$$

Por lo tanto, se puede expresar:

$$|\psi(t)\rangle = \sum_n |n\rangle \langle n | \psi(t=0)\rangle e^{i E_n t / \hbar}$$